



## DESARROLLO DEL METODO PARA EVALUAR GRADO DE POLIMERIZACIÓN DE SISTEMAS DE RESINAS COMPUESTAS

Burbano C, Hernandez C, Morantes P, Nuñez S, Santofimio A.\*  
Rodríguez C.\*\*  
Hurtado C.\*\*\*  
Ibañez M.\*\*\*\*

### RESUMEN

En el estudio se describieron las características de la polimerización de sistemas de resinas compuestas, realizando una prueba piloto en la que se incluyeron dos tipos de resinas (Tetric Ceram y Z100), además de una lámpara halógena con tiempos de 20 y 40 segundos. Para sacar los especímenes fotopolimerizados se diseñaron 3 tipos de moldes compuestos por acero inoxidable y teflón, para posteriormente colocar en el primero un aislante tipo vaselina debido a que la base fue acero inoxidable con resina híbrida. En los moldes 2 y 3 no fue colocado ningún tipo de aislante ya que el teflón es materia antiadherente, colocando resina de microrrelleno. Una vez polimerizada la resina y obtenidos los especímenes, se procedió a seleccionar un espécimen del primer disco a 40', con cargas de 25 grs y 50 grs. obteniendo resultados Knoop de 0.29 y 0.42. en el disco se polimerizó a 20' y se colocaron las mismas cargas aplicadas al primer disco, obteniendo resultados Knoop de 0.37 y 0.50. En el tercer disco se seleccionó el espécimen a 40' de polimerización, con cargas de 25 grs y 50 grs, obteniendo resultados Knoop de 0.40 y 0.56.

**Palabras claves:** Resinas compuestas, lámpara halógena, durímetro de Knoop, dureza, teflón.

### ABSTRACT

In the study it self describes the characteristics of that polymerization of system the resins compounds full time first proof pilot in the what so include two types of resins (Tetric ceram and Z100), more over of one lamp halogen with times of 20 and 40 seconds. To extraction the specimen photo polymerization it self design three types the molds compound by steel inoxidizable tyflon to subsequention put at the first an aislant type vaseline just at what the base went steel inoxidizable with resin in the molds two and three not went locate not type the aislant already what tyflon is matter indherent put resin microfill. Once polimerized the resin and obtain the specimen, so proceeding selection once specimen of first disk a 40 seconds with loads of 25 grams and 50 grams obtain results knoop the 0.29 and 0.42. in the disk it self polymerization a 20 seconds and it self locate the same loads applicate at first disk obtain results knoop the 0.37 and 0.50 in of three disk selection of specimen a 40 seconds of polymerization with loads of 25 grams and 50 grams obtain results knoop of 0.40 and 0.56.

**Key Words:** Composite resin, halogen lamp, Knoop hardness, hardness, Teflon.

### INTRODUCCIÓN

El aumento en el número de pacientes que recurren a tratamiento odontológico ha generado problemas en la calidad de atención, debido a que generalmente requieren de diferentes procedimientos restaurativos, en los que en ocasiones, se hace necesario un lapso de tiempo mayor al que le asignan al Odontólogo en su lugar de trabajo, o del que realmente dispone en su consulta. Lo anterior representa una limitante en la eficiencia que requiere el trabajo profesional, por lo cual se hace necesario buscar alternativas que ayuden en el manejo de los diferentes elementos usados en los

tratamientos odontológicos, y una de ellas es la medición del grado de polimerización en la dureza, definida como la resistencia de la superficie de un cuerpo de ser indentado (Guzmán 2003).

De las resinas compuestas, son definidas como combinaciones tridimensionales de por lo menos dos materiales químicamente diferentes, con una interfase distinta y formado por tres constituyentes: fase orgánica o matriz, fase inorgánica o dispersa y un agente interfase o acople. (Guzmán 1999). Las resinas de microrrelleno poseen partículas de tamaño entre 0,02-0,04 micras, el material de relleno usado por estas resinas es sílica coloidal, la contracción a la

\*Estudiantes pregrado X semestre

\*\* Asesor científico especialista en prosthodontia

\*\*\* Asesor metodológico especialista en gerencia en seguridad social en salud

\*\*\*\* Estadístico, matemático.

polimerización es de 2 a 3,5% posee características como alta resistencia, alta capacidad de pulido, pero bajas propiedades físicas; la resina (Z 100) es utilizada en reconstrucción de muñones, cierre de diastemas y sus propiedades físicas más importantes son alta resistencia a la fractura y alta resistencia a la abrasión: sus ventajas son buen pulido, fácil manipulación. ( Boksmann 1998).

Las resinas híbridas están compuestas por una partícula de 0,1-3 micras su contracción es de 1.5- 3%, su resistencia a la tensión es de 50-70 Mpa y su dureza es de 55 Knoop. ( Abate, 2001).

Las principales características que se observan en ellas son: alta estética, alta capacidad de pulido, buenas propiedades físicas, alta resistencia a la abrasión por lo que son utilizadas en restauraciones que soportan cargas. ( Boksmann, 1998).

La mayor desventaja que se menciona en las resinas híbridas a pesar de su tremendo éxito, es la de no mantener el pulido por largo tiempo. Lo anterior era consecuencia de que al buscar mejorar la resistencia en el material híbrido, se mezclan partículas grandes y pequeñas, por lo que los odontólogos se veían obligados en trabajos de alta estética a utilizar únicamente resinas de micro partícula o en combinación con resinas híbridas. Los estudios han concluido que a menor tamaño de partícula aumenta el brillo, la translucidez y genera un efecto opalescente; esta propiedad permite un mejor acierto en el color con relación al diente, sin importar tanto el grosor de la restauración. ( Gregory 1997). Las resinas activadas con luz de fotocurado dependen de una intensidad lumínica suficiente para lograr una adecuada polimerización, al pasar la luz a través del compuesto es absorbido y esparcido, atenuando la intensidad disminuyendo la efectividad de la luz para la polimerización de resinas al incrementar la profundidad. ( Rueggeberg 1994)

Los factores que afectan la profundidad del curado con luz activada en resinas compuestas son: Tipo de relleno de resina, tamaño de la restauración y carga, atenuación de la transmisión de la luz,

espesor y la gama de resina restaurativa; tiempo de exposición; distancia de fuente de luz, e intensidad de la luz. ( Hansen 1993)

Según Coob ( 1999 ) aun cuando la microdureza es un parámetro típico para indicar el grado de polimerización de resinas compuestas, las durezas adecuadas en superficie no garantizan una polimerización completa en toda la restauración. Ha sido demostrado que el grado de polimerización de un compuesto de resina activado por la luz decrece con el incremento en profundidad de la superficie expuesta.

En otro estudio realizado por Swartz y Phillips ( 2000 ), basándose en los resultados de numerosos estudios, dicen que los fabricantes en la actualidad recomiendan 40 segundos de exposición a una luz visible convencional, para una polimerización adecuada de materiales de resina restaurativa hasta 3mm de profundidad.

Por su parte Sharkey y Ray N. en 2002, exponen que la dureza es la resultante de la interacción de muchas otras propiedades, entre las cuales están la resistencia, el límite proporcional, la ductilidad, la maleabilidad, la resistencia a la abrasión y al corte.

## PROBLEMA

Las variables derivadas que se encuentran en esta investigación han sido parte de muchos estudios y sus resultados



Figura 1. Resina híbrida y Resina de microrrelleno

han determinado que estas son inherentes básicamente a la lámpara de fotocurado, al

material y por último a la técnica de tratamiento. Según (Zachrisson, 1996), uno de los grandes problemas causantes de la falla de los composites es por el cambio volumétrico del material, cuando se somete a la polimerización. El autor refiere que la dureza de la resina influye considerablemente en el pronóstico de la restauración a largo plazo, por lo tanto, es de interés evaluar la microdureza a diferentes profundidades para determinar una polimerización adecuada y las propiedades físicas del material restaurativo de resina. Por lo tanto el problema fue estandarizar el procedimiento del método para medir el grado de polimerización de resinas, Tetric Ceram y Z 100, en tiempos de 20 y 40 segundos, con lámpara de luz halógena.

### **JUSTIFICACIÓN.**

La importancia de este estudio radica en la observación de la dureza de las resinas dependiendo del grado de polimerización, por lo cual se han escogido dos clases de resina: Z 100, Tetric Ceram, y una fuente (lámpara halógena Figura 2.), debido a que actualmente en la odontología el uso de material implica que éste proporcione características físicas, mecánicas, estéticas y funcionales, fácil manejo, longevidad, biocompatibilidad y prevención. Por esta razón se han desarrollado varios materiales de obturación como la amalgama, pasando por las resinas, ionómeros convencionales y finalmente los ionómeros modificados con resina, los cuales tienen mucha relevancia en los tratamientos odontológicos.



Figura 2. Luz halógena

### **PROPÓSITO**

Con este estudio se pretende estandarizar el método para evaluar, la aparatología para medir el grado de polimerización de las resinas compuestas, creando un diseño ideal del espécimen a utilizar; con el fin de fortalecer la línea de investigación de la profesión y ayudar a los futuros investigadores que se interesen en esta área. El material utilizado en este estudio será donado a la Universidad lo cual contribuirá a quienes continúen con la investigación y será un aporte para las personas interesadas en esta área.

### **OBJETIVO**

Estandarizar el procedimiento para medir el grado de polimerización de sistemas de resinas compuestas utilizando dos tipos de resinas Z100 y Tetric Ceram, un durímetro de knoop y tres moldes compuestos por acero inoxidable y teflón en dos tiempos de 20 y 40 segundos.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El advenimiento de las nuevas técnicas y materiales, ha puesto a los investigadores a desarrollar diferentes mecanismos de uso, de los cuales el profesional debe estar a la vanguardia para brindar a su paciente la mejor opción, lo cual ha motivado este estudio preliminar (Prueba piloto) de un diseño experimental de tipo factorial 2x1x2 (2 tipos de resina, 1 tipo de lámpara y 2 tiempos)

Para el estudio se escogieron dos tipos de resina: híbridas y de microrrelleno y un tipo de lámpara (halógena) Optilux 501 con un poder de 1200 mw, las cuales fueron colocadas en tres tipos de discos: uno en acero inoxidable y el segundo y tercero con acero inoxidable y teflón. Posteriormente en el disco uno se colocó un aislante (vaselina) para impedir la adherencia de la resina al molde. En el primer molde se colocó resina híbrida y se le aplicó un tiempo de luz de 40'; en el segundo y tercer molde se aplicó resina de microrrelleno, durante 20' y 40'. (Figura 3)



Figura 3. Discos 2 y 3

Posteriormente se procedió a medir la dureza con el Durimetro de Knoop, el cual es usado en odontología para medir la dureza de materiales frágiles como la porcelana dental, aleaciones dentales ó los cementos dentales, se observó por el microscopio la huella dejada en forma romboidal por el Durimetro de Knoop. (Figura 4.)

Los moldes fueron fabricados en acero inoxidable y teflón, estos diseños fueron basados en la literatura.



Figura 4. Durimetro Knoop de microdureza

### PROCEDIMIENTO

Disco uno: acero inoxidable, compuesto por un buje ascidurado, un eje y un embolo

cuyas medidas son 25 mm de largo, 10 mm de diámetro, 2,5 mm de profundidad y dos ejes de 3 mm de ancho y un tornillo en sentido horizontal para hacer presión al momento de polimerizar la resina.



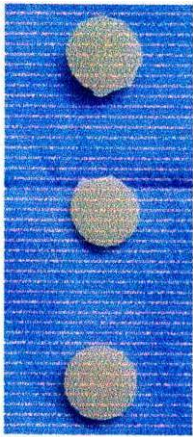
Figura 5. Molde en acero inoxidable y teflón

Disco dos: (Figura 5.) compuesto por acero inoxidable y teflón en sus paredes internas, cuyas medidas son 25 mm de largo, 16 mm de ancho, 2 mm del eje en teflón correspondiente a las paredes internas, 2.5 mm de profundidad desde su base de acero inoxidable hasta los bordes superiores, y 2 mm del eje del acero inoxidable; en sentido horizontal también tiene un tornillo para hacer presión al momento de polimerizar la resina.



Figura 6. Disco 3 en acero inoxidable y teflón seccionado

Disco tres: (Figura 6) compuesto por teflón y acero inoxidable mide 30.6 mm de largo y de base 37.6 mm, en su parte frontal se encuentra el material de teflón que mide 10 mm de diámetro y 2.5 de profundidad; de ancho mide 5 mm. Este material está seccionado por la mitad es decir, al polimerizar la resina y hacer presión con un tornillo que lleva en la base del disco se puede separar y observar el espécimen; además éste queda limitado con todas sus paredes laterales y la parte inferior cubierta de teflón y a su vez esta rodeado por el anillo de acero inoxidable que mide 8 mm de ancho.



Es espécimen 1 fotopolimerizado a 40' con el disco 1

Es espécimen 2 fotopolimerizado a 20' con el disco 2

Es espécimen 3 fotopolimerizado a 40' con el disco 3

Figura 7..Especimenes

## RESULTADOS.

Se observó por el microscopio la huella dejada en forma romboidal por el Durimetro de Knoop así.

*Es espécimen 1:* ( Acero Inoxidable ).Se le aplicaron dos cargas para medir la dureza: (Figura 7.)

Con carga de 25 gramos

Knoop= 48.8

Ancho= 85.4 micras

DUREZA= CARGA/AREA

La dureza hallada fue de Knoop: 0.29

Con carga de 50gramos

Knoop= 48.9

Ancho= 117,3 micras

DUREZA= CARGA /AREA

La dureza hallada fue de Knoop: 0.42



Figura 8. Huella romboidal indentada en el espécimen 1 por el durimetro de Knoop

Al aplicar vaselina sobre la superficie del molde como aislante produjo microporosidades en el espécimen al observarlo por el microscopio. ( figura 8 )

*Es espécimen 2.* ( Acero Inoxidable y teflón )

D2- 20 S

Lámpara halógena Optilux 501

*Disco dos procedimiento:* se colocó la resina Z-100 con un FP3 de teflón y un Bruñidor de bola, posteriormente se colocó la tira de Milar, se ajustó el tornillo horizontal y se polimerizó en 20'. Se aflojó el tornillo y se presiono el buje de acero para que saliera el espécimen fotopolimerizado. Se encontró que la parte inferior que limitaba con el acero inoxidable, quedó sin polimerizar debido a que se desprendió una pequeña parte del material al pasar el instrumento FP3, durante un tiempo de 20'. La polimerización a 2.5 milímetros, en la parte inferior no polimerizó. Se aplicaron dos cargas para medir la dureza:

Con carga 25 gramos

Knoop= 48.81

Ancho= 66.34 micras

Knoop= Carga/area

Ladurezahalladaen noop fue: 0.37

Con carga 50 gramos

Knoop= 48.9

Ancho= 99.01 micras

la dureza en Knoop fue de : 0.50

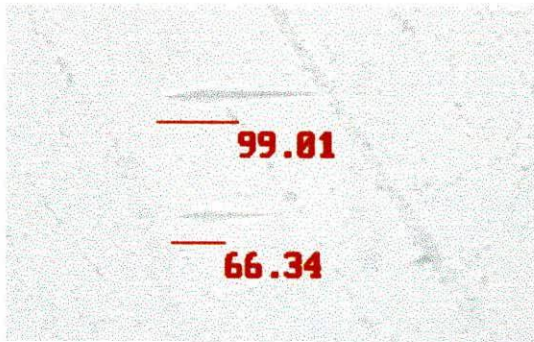


Figura 9. Huella romboidal indentada en el segundo espécimen por el durímetro de Knoop

Como se observó al microscopio no se produjeron microporosidades, debido al componente en teflón. (Figura 9.)

*Espécimen 3 ( Acero Inoxidable y teflón seccionado)*

D3-40S

Lámpara Halógena Optilux 150

*Disco tres procedimiento:* se unieron las dos partes de teflón y se colocaron sobre el orificio del acero y se presionaron para que quedara ajustado; no se colocó ningún tipo de aislante como vaselina ya que el teflón es un material inadherente; se colocó la resina Z-100 con un FP3 de teflón y un Bruñidor de bola; luego se colocó la tira de Millar y se polimerizó a 40 segundos, desajustando el tornillo en la parte inferior del molde para que saliera el espécimen; se separaron las dos partes de teflón, se lijó con hoja número mil y se llevó al Durímetro de Knoop observando en el microscopio la huella dejada. (Figura 10.)

Con carga 25 gramos

Knoop= 48.8

Ancho= 62.38 micras

Knoop= Carga/area

La dureza en Knoop fue : 0.40

Con carga 50 gramos

Knoop= 48.9

Ancho= 88.1 micras

Knoop= Carga/Area

La dureza hallada en koop fue: 0.56

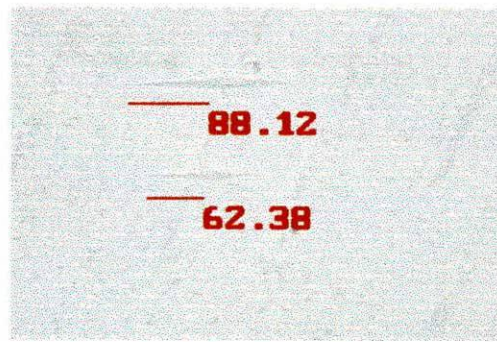


Figura 10. Huella romboidal indentada en el tercer espécimen por el durímetro de Knoop

El espécimen no tuvo ninguna microporosidad al ser retirado del disco. Esto se debió a que el teflón proporcionó buena polimerización, también impidió que el material quedará adherido en alguna parte a la superficie. ( Figura 10)

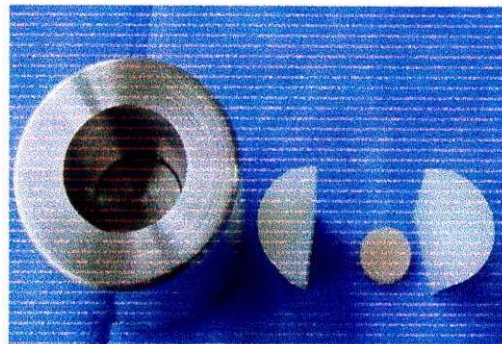


Figura 11 Disco 3 con su parte en teflón seccionada

## DISCUSION

Según la literatura se compara la profundidad de curado de una resina de microrrelleno y una resina híbrida, para comparar la microdureza de 0 a 4 mm . Con una fuente de luz convencional a 40 segundos( Vargas 1998 ).

Las muestras en este estudio fueron preparadas en un molde de teflón rectangular dividido de la siguiente forma: 3 mm de ancho, 3 mm de largo y 8 mm de profundidad; polimerizadas con un tiempo de 40 segundos, el autor discute que las pruebas de dureza a varias profundidades, es la técnica mas utilizada para medir grado de polimerización de resinas compuestas. (Vargas 1998).

Ruggeber en 1998 dice que la profundidad juega un papel importante de curado en las resinas.

Swartz en el 2000 en su estudio proporciona resultados en los que la resina híbrida polimeriza mejor que los de microrrelleno, con cualquier fuente de luz a una profundidad de 2 mm.

Publicaciones hechas por Bryant en 1999 utilizaron dos sistemas de resinas convencionales que fueron preparadas en moldes cilíndricos de teflón rellenos de resina con profundidades de 2 a 3 mm, con un tiempo de curado de 20 a 40 segundos.

Macclesfield en 1995 realiza un estudio en el cual utiliza un catalizador para medir la profundidad de la curación analizando la transmisión de la luz por el material.

Rueggberg en 1997 diseñó un ejemplar cilíndrico para analizar la extensión de la curación de la resina con profundidades de 1,2,3 mm. Se visualizó los cambios con la curación a medida que la intensidad y la polimerización cambian con la profundidad de la resina. El autor concluye que curaciones a 40 segundos mayores a un milímetro de profundidad producen menos curación de los compuestos y se sugiere exponerlos a 60 segundos.

El estudio realizado por Freedman en el 2001 estudio la influencia de curado sobre los valores de endurecimiento knoop a diferentes profundidades. Se utilizaron especímenes de 5 mm de diámetro y 2,5 mm de altura, fueron preparados en un molde de cobre cubierto con tiras de milar y polimerizado a 40 segundos utilizando una unidad de fotocurado XL 3000 con un poder de 750 mw.

Basándonos en los estudios anteriores se diseñaron los tres tipos de moldes con el fin de observar si el material con el que se fabricaron podrían servir para estandarizar muestras, para medir el grado de polimerización que nos dieran resultados y poder observarlos mediante el durímetro de knoop. Los pasos que se siguieron para realizar estos moldes fue elaborar un primer molde con las siguientes especificaciones: 25 mm de largo, 10 mm de diámetro y 2,5 mm

de profundidad, realizado totalmente en acero inoxidable. Con un tornillo en sentido horizontal para hacer presión al polimerizar el material, luego se realizó la primera prueba piloto en la cual se tuvo en cuenta el aislante (vaselina) que formó poros en la resina y el diseño del molde. Se realizó un pulido con el fin de obtener una superficie lisa y brillante la cual nos pudiera mostrar una huella más nítida al observarla en el durímetro. Posteriormente se diseñó un segundo molde que debería tener un material en el cual la resina no se quedar adherida a la superficie, el diseño de este molde se realizó con teflón (antiadherente) y acero inoxidable, por lo que no se colocó ningún tipo de aislante y cabe diferenciar que el teflón es mejor conductor de luz halógena para la polimerización de la resina que el acero inoxidable.

Se observó que el tornillo en sentido horizontal solo serviría para hacer presión al polimerizar el material, pero no servía para poder obtener el espécimen con facilidad, ya que el buje quedaba bastante ajustado contra las paredes del embolo. Al realizar la segunda prueba piloto arrojó resultados significativos en comparación con el primero, en cuanto a la conducción de luz tiempo de polimerización fue mejor con respecto a lo anterior.

Luego se diseñó un tercer y último molde en el cual el espécimen quedaría rodeado en sus paredes laterales y base por teflón. En este molde no se colocó un tornillo en sentido horizontal, si no en su base con el fin de poder retirar con facilidad el espécimen.

De los tres moldes diseñados el que mostró mejores resultados en cuanto a manejo, material y conducción de fuente de luz fue el tercero.

## RECOMENDACIONES

- Siempre usar material de teflón.
- Colocar el tornillo en la parte inferior de la base en sentido vertical para sacar el espécimen con mayor facilidad.
- La polimerización de dos a tres milímetros debe ser a 40 segundos.

- Estos moldes además de medir la dureza, tienen otras aplicaciones como medir las propiedades físicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABATE, Pablo I, Zahra, y Ricarso L. Macchi. Efecto de las variables de fotopolimerización sobre el endurecimiento del composite. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. Dic, 2001.

Baun , Ryge . *Materiales dentales y su selección*. Bogota: Editorial panamericana 1994.

BOKSMAN L. Jordan RE, Susuki M, Charles DH. A visible light-cured posterior composite resin, *Jada* oct, 1998.

BRYANT RW. Direct posterior composite resin restorations: a review 1-factors influencing case selection. *Aust Dent J.*, 1999

COOB, Deborah, McGregor Katherine. Las propiedades físicas de composites basadas en resinas posteriores condensables y convencionales: una comparación, 1999.

FREEDMAN, George. Como seleccionar una luz de curado para su práctica opciones de velocidad, poder y fuente de luz son algunas de las consideraciones importantes. *Ajodo*: p.145-200; 2001.

GUZMAN Baéz, Humberto José *Biomateriales odontológicos de uso clínico/ Humberto José Guzmán Báez 3ª ED. Ecoe Ediciones, 2003.*

GUZMAN Duran, Andres F, MSD *Guia de Biomateriales dentales, 2001*

GUZMAN, Ronald. *Grabado compuesto estético – Técnicas y materiales. México: Editorial Mosby, 1999.*

ISIDOR, Ronald. *Grabado compuesto estético-técnicas y materiales. Mexico: Editorial Mosby 1995.*

MACCLESFIELD Yeam, J.A. Factors affecting cure of visible light activated composites. *International Dental Journal* (1985) 35, 218-225

RUEGGERBERG F.A., Caughman W.F., Curtis J.W. Jr. Effect of Light intensity and Exposure Duration on Cure of Resin Composite. Medical College of Georgia, School of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Augusta, 1994.

RUEGGERBERG F.A. Precision of hand-held dental radiometers *Quintessence International* 24 391-396.

SHARKEY, Seamus, Ray Noel, Burke Francis y otros. La dureza superficial de composites polimerizados por dos Fuentes de diferente luz visible: un estudio *in vitro*. National University of Ireland. 2002.

SWARTZ Marjorie, Phillips Ralph, Rhodes Barbara. Visible Light-activated resins-depeth of cure. *Articles*.2000

VARGAS, Marcos A. Polymerization of Composite Resins: Argón Laser Vs Conventional Light. *Operative Dentistry*, 1998. p.23 – 87

ZACHRISSON B. U. Surface Preparation of Orthodontic Bonding to pcelain. *Ajodo* 1996; Abril: 420 – 430

[Paolamorantes@yahoo.com](mailto:Paolamorantes@yahoo.com)

[Caroburbano@yahoo.com](mailto:Caroburbano@yahoo.com)

[Andres\\_felipes@hotmail.com](mailto:Andres_felipes@hotmail.com)

[Cesarhernandez@hotmail.com](mailto:Cesarhernandez@hotmail.com)

[Chacha80@yahoo.com](mailto:Chacha80@yahoo.com)